

論文全文の要約

題 目 体表脈波センシングシステムの開発と自動車シートへの応用
(Development of a sensing system for aortic pulse wave and its application to driving seats)

氏 名 小 島 重 行

2012 年の関越自動車道、2014 年の北陸自動車道の高速バスの事故は、運転手の居眠りや体調の急変に起因すると思われる疾病による可能性が疑われている。警察庁の調べによると、2011 年に発生した交通事故のうち、運転中の「発作」や「急病」などが原因と思われる事故が少なくとも 254 件あり、主には心臓病と脳血管障害で合計が 5 割を占め、てんかんを上回っている。

一方、自動車自体の動きや運転者の状態を捉えて、交通事故を防ぐシステムについては、これまでも提案されてきている。例えば、自動車に取り付けたカメラ等を用いて進行方向に障害物がある場合はブレーキをかけるシステムが実用化されてきている。ただし、この技術はあらゆる走行速度をカバーし、衝突を回避することはできない。また、脳波計や心電計などを運転者に取り付けて運転者の状態をモニタリングする研究も行われているが、運転者へのセンサの取り付けに難点があり、ウェアラブルセンサとしての実用化の目処が立っていない。

このような背景を踏まえ、本研究ではベッドや椅子、自動車用シートにセンシングシステムを内蔵し、被験者が横臥や着座するだけで、心臓・血管系の音・振動情報を得られるセンシングシステムの開発を目指す。以下に本論文の概要を示す。

第 1 章では、本研究の背景と目的について述べた後、従来研究と本研究の位置付けを明確にする。

第 2 章では、機械的フィルタとなる固有振動数を有するセンシングシステムの構造と機械的特性・フィルタ特性について明らかにし、心電図の R-R 間隔、指尖容積脈波の周期情報の代替指標となり得る体表脈波の基本的な考え方について述べる。

第 3 章は、衝撃性振動に代表される大入力ノイズを低減する磁気ばねを利用した自動車シート用除振システムについて説明する。トラックやバス及び普通車に発生する低周波の衝撃性振動の加速度は、0.5G から 1.5G で、その周波数は 1Hz 前後にある。そして生体信号に影響を与える内臓共振を作り出す周波数は 8Hz 前後にある。また、ハーシュネスなどの音として作用するノイズは 40Hz 前後から生じる。加えてシート構造の固有振動数に起因する振動も存在する。そこで本章では、主にばね要素のみで構成される従来シートに減衰要素を付与することで振動吸収性を改善することを考えた。体重

を支えるばね要素としてトーションバーを用い、ばね定数を小さくするための磁気ばねの負のばね定数を用いる。また、オイルダンパと磁気ダンパ及び張力構造体を利用した減衰要素も検討項目に加えた。本章ではこれらを組み合わせた振動吸収性能についての検証結果を説明する。

第4章では、開発したセンシングシステムを用いた人間の状態推定法について検討する。開発したセンシングシステムは音・振動情報から心・循環系の情報を捉えることができるが、これらの音・振動情報が心電図・指尖容積脈波を解析することで得られた自律神経系指標の代替指標に成り得る可能性の検討を行う。そのため、ゆらぎを捉えるための解析法として考案された周波数変動傾き時系列解析を導入して行った飲酒状態推定に関する検証結果についても説明する。

第5章では、本論文の要約と今後の研究課題について述べる。